

(19)



(10) **LT 5360 B**

(12) **PATENTO APRAŠYMAS**

- (11) Patent numeris: **5360** (51) Int. Cl. (2006): **B01J 19/10**
B01F 11/00
- (21) Paraiškos numeris: **2006 021**
- (22) Paraiškos padavimo data: **2006 04 03**
- (41) Paraiškos paskelbimo data: **2006 08 25**
- (45) Patent paskelbimo data: **2006 09 25**
- (62) Paraiškos, iš kurios dokumentas išskirtas, numeris: —
- (86) Tarptautinės paraiškos numeris: **PCT/RU2005/000612**
- (86) Tarptautinės paraiškos padavimo data: **2005 11 30**
- (85) Nacionalinio PCT lygio procedūros pradžios data: **2006 04 03**
- (30) Prioritetas: **2004137176, 2004 12 21, RU**
- (72) Išradėjas:
Anatoly MEDVEDEV, RU
- (73) Patent savininkas:
Sergejus JUDKINAS, I. Kanto al. 5-20, LT-06216 Vilnius, LT
Aleksandr SUKHOV, ul. Novatorov 19, k. 2-42, 391000 Ryazan, RU
Oksana OVCHENKOVA, ul. 8 marta, 142111 Podolsk, Moskovskaya obl., RU
- (74) Patentinis patikėtinis:
—

- (54) Pavadinimas:
Šilumos, masės ir energijos apykaitos būdas ir įrenginys jo realizavimui

- (57) Referatas:

Išradimas priklauso akustiniams (pavyzdžiui, ultragarso) skystų, dujinių, dujų-skysčio mišinių, suspensijų ir dispersijų šilumos, masės ir energijos apykaitos intensyvinimo būdams.

Siūlomas šilumos, masės ir energijos apykaitos būdas ir įrenginys, veikiantis produktų sukurių srautų akustinio rezonansinio sužadinimo principu. Sužadinimas vykdomas leidžiant priešpriešiais nukreiptus srautus susisiekančiuose tarp savęs sukuriniuose vamzdžiuose. Srautų sąveika jų sankirtos zonoje vyksta jų išoriniuose sluoksniuose gylyje, kuriame užtikrinamas jų akustinis sužadinimas dėl postūminės srautų deformacijos vienas kito atžvilgiu, po to sužadinti srautai sujungiami bendroje akustinėje kameroje ir srautas išvedamas naudojimui.

Technikos sritis

Išradimas priklauso akustiniams (pavyzdžiui, ultragarsiniams) skystų, dujinių, dujų-skysčio mišinių, suspensijų ir dispersijų šilumos, masės ir energijos intensyvinimo būdams mechaniniuose fizikiniuose cheminiuose virsmo, maišymo, emulgavimo, dispergavimo, homogenizavimo, terminio apdorojimo, saturacijos, ekstrahavimo ir panašiuose procesuose.

Technikos lygio aprašymas

Yra žinomi šilumos, masės ir energijos apykaitos intensyvinimo būdai akustiniu pereinamųjų produktų srautų sužadinimu, perduodant skysčiui virpėjimo energiją mechaninių virpesių šaltiniu, kuris sąveikauja su skysčiu. Šis būdas naudojamas hidrodinaminuose ultragarso spinduoliuose su plokšteliniais ir strypeliniais rezonansiniais virpėjimo įrenginiais, sūkuriniuose ir rotoriniuose pulsavimo aparatuose.

Kitas šilumos, masės ir energijos intensyvinimo akustiniu sužadinimu būdas gali būti čiurkšlinių srautų sąveika tarp savęs, perduodant kinetinę energiją vieno srauto kitam. Šis būdas naudojamas čiurkšliniuose aparatuose (ežektoriuose, inžektoriuose, čiurkšliniuose siurbliuose), kuriuose vyksta potencialios energijos virsmas kinetine, o sąveikaujančiose terpėse vyksta šilumos, masės ir energijos apykaita. Yra žinomas cheminių reakcijų intensyvinimo garsinis būdas [RF patentas 2232629, B01J19/10, publikuotas 2004 07 20], kuriam būdinga tai, kad garso energija įvedama į skystą terpę reagentų kontakto reakcijos kameroje taške, o garso keitikliai išdėstyti poromis ir nukreipti priešpriešiais įtekančių reagentų srautų atžvilgiu; nustatomi specialūs garso energijos dažnių diapazonai ir atitinkamos įgarsinimo galios. Šio būdo trūkumai: specialių garso keitiklių su tam tikromis dažninėmis amplitudinėmis ir galios charakteristikomis, galios nuostoliai ir dažninių amplitudinių bei galios charakteristikų iškraipymas, pereinant garsui per sienelę, o taip pat visos įgarsinimo technologijos

techninio realizavimo sudėtingumas, turint omenyje, kad „garso energijos“ terminą autoriai traktuoja garso bangas infra-, audio- ir ultragarso spektre.

Artimiausias pagal techninę esmę ir pasiektą rezultatą yra skysčio rezonansinio sužadinimo būdas bei skysčio šildymo būdas ir įrenginys [RF patentas 2232630, B01J19/10, publikuotas 2004 07 20], kuriame rezonansinio sužadinimo būdas pagrįstas skysčio apdorojimu mechaninių virpesių šaltiniu pagrindinių dažnių diapazono dažnyje, kuris yra veikiamas empirinės priklausomybės. Skysčio šildymo būdas pagrįstas akustiniu skysčio apdorojimu. Jo etapai: skysčio tiekimas į besisukančio darbinio rato ertmę ir išleidimas iš ertmės per eilę ištekėjimo angų periferinėje darbinio rato žiedinėje sienelėje į žiedinę kamerą, o po to į surinkimo kamerą, laikantis tam tikrų santykių tarp darbinio rato sukimosi dažnio, periferinės sienelės spindulio ir rezonansinio dažnio. Šio būdo trūkumai: techninio realizavimo sudėtingumas, sužadinimo atrankumas, daugiafaktorinė rezonansinio sužadinimo priklausomybė nuo geometrinių, dažnio parametrų ir ribota galimybė naudoti šį būdą kitų šilumos, masės ir energijos apykaitos procesų vykdymui.

Išradimo esmė

Šio išradimo užduotis yra naujo šilumos, masės ir energijos apykaitos akustinio būdo sukūrimas, kuris įgalintų, esant specialiai sukurinių srautų sąveikos organizacijai:

- padidinti produkto rezonansinio sužadinimo trukmę ir galią platesniame ir valdomame įgarsinimo dažninių amplitudinių charakteristikų diapazone;
- padidinti destruktominio cheminių junginių ir dispersinės agregatinės produkto būklės virsmo efektyvumą, o taip pat cheminių junginių akustinį aktyvinimą molekulių lygmenyje;
- universaliai naudoti šį būdą, vykdant įvairios paskirties šilumos, masės ir energijos apykaitos procesus.

Iškelta užduotis sprendžiama tokiu būdu: produktų srautų šilumos, masės ir energijos apykaita realizuojama, leidžiant priešpriešiais nukreiptus srautus per susisiekančius tarpusavyje sukurinius vamzdžius, o srautų sąveika jų sankirtos zonoje vyksta jų išoriniuose sluoksniuose gylyje, užtikrinančiame jų akustinį sužadinimą dėl deformacinės postūminės srautų sąveikos, vykstančios sukurinių vamzdžių sankirtos

zonoje. Po to sužadinti srautai sujungiami bendroje akustinėje kameroje ir srautas išleidžiamas naudojimui.

Siūlomame būde gali būti naudojamas papildomas akustinis rezonansinis sužadinimas, įrengiant sūkuriniuose vamzdžiuose papildomus ašies sukūrinius rezonatorius. Be to, sūkuriniuose vamzdžiuose galimas papildomas akustinis sužadinimas, įrengiant papildomus tangentinius produkto arba reagento įvadus išilgai vamzdžio.

Šio būdo realizavimui siūlomas šilumos, masės ir energijos apykaitos intensyvinimo įrenginys, kurį sudaro du ar daugiau sūkurinių vamzdžių, kurie susisiečia tarpusavyje dėl dalinės jų sankirtos pagal sudaromąsias, ir kurie sujungti ištekėjimo vietoje bendra akustine kamera. Sukūrinių vamzdžių išeinamasis galas gali būti plokščias ar bet kokios sudėtingesnės konfigūracijos. Akustinėje kameroje tarp sūkurinių vamzdžių išeinamojo galo ir išeinamojo kanalo gali būti įrengta pertvara su viena ir daugiau angų. Išilgai sūkurinių vamzdžių ašių gali būti įrengti ašiniai sūkuriniai išstūmimo cilindrai rezonansinio sužadinimo stiprinimui sąveikaujant sūkurinių srautų išoriniams sluoksniams. Išilgai sūkurinių vamzdžių ašių gali būti įrengti ašiniai sūkuriniai išstumiamieji cilindrai, skirti rezonansinio sužadinimo didinimui, esant sūkurinių srautų paviršinių sluoksnių sąveikai. Išilgai sūkurinių vamzdžių ašių gali būti įrengti rezonatoriai, pagaminti kaip judrūs cilindrai su sūkuriniais kanalais, nukreiptais savo atvira dalimi į sūkurinio srauto išorinio energetiškai aktyvaus sluoksnio vidinį paviršių. Šiuo atveju kyla papildomas rezonansinis sužadinimas dėl sūkurinio srauto vidinių sluoksnių sąveikos su ašinio sūkurinio rezonatoriaus sūkuriniais kanalais. Sukant sūkurinį rezonatorių aplink savo ašį ir orientuojant jį tangentinių įvadų atžvilgiu, galima pasiekti bendrą rezonansinį sužadinimą. Sūkuriniai vamzdžiai su tangentiniais įvadais gali būti pagaminti kaip sekciniai, sujungti savo tęsinyje tarp savęs pagal jų ašis per skiriančias juos pertvaras ar be jų, o kiekviena sekcija gali turėti atskirus tangentinius įvadus produktui ar energijos nešikliui. Be to, naudojant papildomus tangentinius įvadus, išdėstytus keliose vietose išilgai sūkurinių vamzdžių, galima papildomai įvesti produktą ar papildomą energijos nešiklį (skystį, dujas, garus ir t.t.), tuo pat metu generuojant papildomą akustinį jungiamų ar apdorojamų produktų sužadinimą. Terminas „energiškai aktyvus sluoksnis“ suprantamas kaip tam tikras sūkurinio srauto sluoksnio gylis, turintis maksimalią kinetinę energiją, nežymiai besiskiriančią šio sluoksnio įvairiame gylyje.

Terminu „sukūrinių srautų deformacinė poslinkio sąveika“ įvardinamas optimalus paviršiaus aktyvių sluoksnių išsiskverbimo vienas į kitą gylis, kuriame produktų srautų postūmio deformacijos sudaro efektyviausias sąlygas išplėstai kavitacijai, akustiniam sužadinimui, netrikdydamos tolesnės sukūrinių srautų sąveikos akustiniuose sužadinimo režimuose, esant kitokiems dažniniams amplitudiniams parametrams. Iš bendro tangentinių įvadų skaičiaus du gali būti nukreipti priešpriešiais, išdėstyti sukūrinių vamzdžių sankirtos zonoje ir pastumti į skirtingas puses sukūrinių vamzdžių sankirtos styginės plokštumos atžvilgiu.

Trumpas brėžinių aprašas

Fig. 1 pavaizduota sukūrinių srautų sąveikos dviejuose sukūriniuose vamzdžiuose schema.

Fig. 2 pavaizduota sukūrinių srautų sąveikos dviejuose sukūriniuose vamzdžiuose su papildomai įrengtais cilindriniais išstumtuvais schema.

Fig. 3 pavaizduota sukūrinių srautų sąveikos dviejuose sukūriniuose vamzdžiuose su papildomai įrengtais ašiniais sukūriniais rezonatoriais schema.

Fig. 4 pavaizduotas įrenginys šilumos, masės ir energijos apykaitos intensyvinimui su dviem sukūriniais vamzdžiais (pjūvis).

Fig. 5 pavaizduotas įrenginys su cilindriniais išstumtuvais, skerspjuvis tangentinių įvadų lygyje.

Fig. 6 pavaizduotas įrenginys su ašiniais sukūriniais rezonatoriais, skerspjuvis tangentinių įvadų lygyje.

Fig. 7 pavaizduotas įrenginys su ašiniais sukūriniais rezonatoriais ir įvairiais sukūrinių vamzdžių išeinamojo galo erdvinės konfigūracijos variantais (pjūvis).

Fig. 8 pavaizduotas įrenginys su keliais sukūriniais vamzdžiais, skerspjuvis tangentinių įvadų lygyje.

Fig. 9 pavaizduotas įrenginys su keliais sukūriniais vamzdžiais, skerspjuvis tangentinių įvadų lygyje.

Fig. 10 pavaizduotas įrenginys su pakopinės konfigūracijos sukūriniais vamzdžiais su papildomais tangentiniais įvadais (pjūvis).

Fig. 11 pavaizduotas įrenginys su sukūriniais vamzdžiais, pagamintais kaip sekciniai ir su skiriančiomis juos žiedinėmis pertvaromis (pjūvis).

Išradimo realizavimo aprašymas

Šilumos, masės ir energijos apykaitos intensyvinimo būdas fizikinių cheminių virsmų procesuose sukūrinių srautų, sąveikaujančių vienas su kitu, akustinio rezonansinio sužadavimo metodu įgyvendinamas įrengiant sukūrinius vamzdžius, susisieksiančius tarp savęs. Fig. 1 sąlygiškai pavaizduota sukūrinių srautų 1 ir 2 sąveika sukūriniuose vamzdžiuose 3 ir 4 (toliau — vamzdžiuose). Sukūriniai srautai 1 ir 2 formuojami vamzdžiuose tangentinėmis įvadinėmis tūtomis 5 (toliau — tangentiniais įvadais), į kurias produktas tiekiamas veikiant slėgiui iš išorinio šaltinio, pavyzdžiui, siurblio, kompresoriaus. Vamzdžiuose 3 ir 4 formuojami srautai 1 ir 2 tokiu būdu, kad savo energiška aktyviais sluoksniais 6 vamzdžių 3 ir 4 sankirtos zonoje 7 jie nukreipti priešpriešais vienas kito atžvilgiu. Sukūrinio srauto energiška aktyvūs sluoksniai yra tam tikro storio, ir kinetinė energija nežymiai skiriasi įvairiame šio sluoksnio gylyje. Srautų sąveikai aprašyti įvedamos išorinio sluoksnio viršutinio paviršiaus 8 ir išorinio sluoksnio vidinio paviršiaus 9, kurie yra energiška aktyvaus sluoksnio 6 ribos, sąvokos. Sukūrinių srautų 1 ir 2 susilietimo zonoje 7 metu vyksta srautų postūmio deformacijos, staigus slėgio skirtumas tarp zonos 7 srities ir kitos srauto dalies, kyla akustinės vibracijos, pulsacijos ir išvystyta kavitacija, sklindanti spinduline ir tangentine kryptimis. Tačiau sukūrinio srauto dalis, tekanti aplink ašies erdvę, turi žymiai mažesnę kinetinės energijos atsargą ir praktiškai nedalyvauja energijos apykaitos procese, o tai reiškia, kad ji mažiau veikiama šilumos, masės ir energijos apykaitos intensyvinimo. Tam, kad būtų padidintas intensyvinimo laipsnis, įvesti (Fig. 2) cilindriniai išstumtuvai 10 išilgai sukūrinių srautų 1 ir 2 ašių. Tokiu būdu, sukūriniam tūryje nelieta neefektyvios erdvės ir taip formuojamas energiška efektyvus sukūrinis žiedinis srautas, visiškai veikiamas akustinio sužadavimo. Reikia pastebėti, kad tekant sukūriniam srautams per visą vamzdį, kinetinė energija mažėja, ir dėl to kinta garsinio sužadavimo dažninės amplitudinės charakteristikos. Jei vietoje cilindrinio išstumtuvo 10 įrengiami ašiniai sukūriniai rezonatoriai 11 (Fig. 3), tuomet kyla papildomas akustinis sužadinimas dėl sukūrinių žiedinių srautų energiška aktyvaus sluoksnio vidinio paviršiaus 9 sąveikos su ašinio sukūrinio rezonatoriaus 11 sukūriniais kanalais 12. Sukant ašinius sukūrinius rezonatorius 11 zonos 7 ir tangentinių įvadų 5 atžvilgiu, galima pasiekti rezonansą iš dviejų

sužadinimo šaltinių: energiška aktyvaus sluoksnio išorinio paviršiaus 8 zonoje 7 sąveikos ir energiška aktyvaus sluoksnio vidinio paviršiaus 9 sąveikos su sukūrinėmis formacijomis ašinio sukūrinio rezonatoriaus 11 sukūriniuose kanaluose 12. Po to sukūriniai srautai sujungiami akustinėje kameroje, papildomai juos sužadinant esant kitoms dažninėms amplitudinėms charakteristikoms, ir apdorotas produktas išvedamas naudojimui.

Aprašyto šilumos, masės ir energijos apykaitos intensyvinimo būdo realizavimui kaip atskiras konstrukcijos variantas siūloma įrenginio konstrukcija, pavaizduota 4 pav. Įrenginį sudaro įvadinis atvamzdis 13, korpusas 14, kuriame išdėstyti du sukūriniai vamzdžiai 3 ir 4, su viršutiniu tūtinio dangčiu 15, produkto įtekėjimo kolektoriai 16, tangentiniai įvadai 5, akustinė kamera 17. Fig. 5 pavaizduotas įrenginys su cilindriniais išstumtuvais 10, pjūvis tangentinių įvadų lygmenyje. Fig. 6 pavaizduotas įrenginys su ašiniais sukūriniais rezonatoriais 11, pjūvis tangentinių įvadų lygmenyje. Fig. 7 (skerspjūvyje) pavaizduotas įrenginys su ašiniais sukūriniais rezonatoriais 11, su sukūrinių vamzdžių 3 ir 4 plokščiu išeinamuoju galu 18, variantai su figūriniais galais 19, 20 ir su pertvara 21. Fig. 8 pavaizduotas tinkamiausias įrenginio variantas, kuriame aplink centrinį sukūrinį vamzdį 3 išdėstyti keturi vamzdžiai 4, susisiekiantys tarp savęs, su įrengtais cilindriniais išstumtuvais 10 ir ašiniu sukūriniu rezonatoriumi 11. Fig. 9 pavaizduotas vamzdžių išdėstymo vienoje linijoje variantas. Fig. 10 pavaizduotas įrenginio su pakopinės konfigūracijos sukūriniais vamzdžiais ir su papildomais tangentiniais įvadais, išdėstytais išilgai vamzdžių, variantas. Vienas vamzdis 22 pagamintas kaip pakopinis siaurėjantis, o antras, 23, — kaip pakopinis platėjantis. Fig. 11 pavaizduotas įrenginio konstrukcijos variantas, kuriame sukūriniai vamzdžiai 3 ir 4 pagaminti kaip sekciniai, sujungti pagal ašis per juos skiriančias žiedines pertvaras 24. Konstrukcinio varianto dalyje įrenginys gali būti pagamintas bet kurioje nurodytų variantų ir kitų papildomų derinių kombinacijoje.

Įrenginio darbo aprašymui išnagrinėkime kaip pavyzdį jo konstrukcijos variantą, pateiktą Fig. 6 ir 7. Produktas tiekiamas veikiant slėgiui per įtekėjimo atvamzdį 13 į korpuso 14 priėmimo kamerą ir per tūtinio dangčio 15 angas ar skylės (jos neparodytos brėžinyje) toliau patenka į kolektorius 16, iš kur per tangentinius įvadus 5 plokščių (arba apvalių) srovių pavidalu dideliu greičiu liestine patenka į sukūrinius vamzdžius 3 ir 4. Šiuose vamzdžiuose ašiniu sukūriniu rezonatoriumi 11 formuojamas energiška aktyvus

sukūrinis žiedinis srautas, kuris spiralės trajektorija srūva vamzdžiu link išėjimo į akustinę kamerą 17. Tekant sukūriniam srautui, suformuotam tūtinio tekėjimo spiralės trajektorija, jis daug kartų sąveikauja zonoje 7 su analogišku priešpriešiniu srautu, keldamas akustinį sužadinimą visame zonos 7 ilgyje. Tuo pat metu sukūrinis žiedinis srautas savo vidiniu paviršiumi sąveikauja su ašinio sukūrinio rezonatoriaus 11 sukūriniais kanalais 12, keldamas papildomas pulsacijas ir išplėtotą kavitaciją. Dėl šių sąveikų kyla abiejų sukūrinių žiedinių srautų rezonansinis sužadinimas. Sukūrinių vamzdžių išėjime abu srautai, sukdamiesi viena kryptimi ir liesdamiesi vienas su kitu priešpriešiniais sluoksniais, patenka į akustinę kamerą 17 ir suyra, veikiami liekamosios kinetinės energijos, tuo metu kurdami sujungto išteklėjimo srauto žemo dažnio turbulizacijos režimą. Įrengta pertvara 21, dalijanti akustinę kamerą į dvi dalis, atlieka slenkstinio įrenginio, formuojančio efektyvius sukūrinių srautų ir tekėjimo irimo režimus, vaidmenį. Todėl svarbiausi faktoriai šiame procese yra šie: skylių pertvaroje 21 skaičius, jų išdėstymas ir atstumas tarp šios pertvaros ir galinės plokštumos 18. Pertvara 21 gali glaudžiai liestis su galine plokštuma 18, ir tuomet, priklausomai nuo skylių išdėstymo joje (centre, aplink ar pagal kitą schemą), formuojamas kitas efektyvaus sukūrinių srautų ardymo režimas. Be to, efektyvaus sukūrinių srautų ardymo forma ir dinamika, priklausomai nuo produkto reologinių savybių (klampio, tankio ir t.t.), gali būti suformuota galinės plokštumos 18 paviršiaus pakeitimu bet kurio paviršiaus 19 ar 20, besiskiriančio nuo galinės plokštumos 15, pavidalu. Šilumos, masės ir energijos apykaitos intensyvavimo efektyvumas taip pat priklauso nuo sukūrinių vamzdžių išdėstymo tarpusavio atžvilgiu. Fig. 8 pavaizduotas tinkamiausias sukūrinių vamzdžių išdėstymas, kuriame yra keturios sukūrinių vamzdžių sankirtos zonos 7, optimaliausias tangentinių įvadų 5 ir produkto įtekėjimo kolektorių 16 išdėstymas. Fig. 8 matyti, kad, tiekiant atskirai į keturis produktinius kolektorius 16 skirtingų produktų, galima efektyviausiu būdu vykdyti jų normuotąjį maišymą. Fig. 9 parodytas sukūrinių kamerų išdėstymas vienoje linijoje. Priklausomai nuo reologinių produkto savybių įrenginys gali būti pagamintas sukūrinių vamzdžių su pakopiniais sukūrinių kanalų kontūrais pavidalu (Fig. 10), su atskirais tangentiniais produkto ar energijos nešiklio (garų, oro ar bet kurių dujų su skirtingomis energinėmis charakteristikomis pavidalu) įvadais. Šiuo atveju sukūrinių srautų su skirtinga energetika sąveika papildomai intensyvina jų sužadinimą ir tokiu būdu gaunamas reikiamas efektas. Fig. 11 parodytas įrenginio konstrukcijos variantas, kuriame

sukūriniai vamzdžiai pagaminti kaip sekcijiniai, susiję išilgai savo ašių per skiriančias juos žiedines pertvaras ar be jų, o kiekvienoje sekcijoje gali būti tangentiniai įvadai produktui ar energijos nešikliui.

Autoriaus pagaminti maketai pademonstravo gerus rezultatus gaminant jais vandens-kuro emulsijas: mazutas 70% — vanduo 30%; dyzelinis kuras 60% — vanduo 40%. Buvo pastebėtas efektyvus degimas, minimalus produktų aprūkimas ir didelis emulsijų stabilumas. Pateikiamo intensyvinimo būdo ir įrenginio jam realizuoti naudojimas įgalina intensyvinti šilumos, masės ir energijos apykaitą esant mažesnėms energinėms ir darbo sąnaudoms.

Išradimo apibrėžtis

1. Šilumos, masės ir energijos apykaitos būdas produktų sukūrinių srautų akustinio rezonansinio sužadavimo principu, besiskiriantis tuo, kad sužadavimą vykdo leidžiant priešpriešiais nukreiptus srautus per susisiekiančius tarp savęs sukūrinius vamzdžius, o srautų sąveika jų sankirtos zonoje vyksta jų išoriniuose sluoksniuose gilyje, kuriame užtikrinamas jų akustinis sužadavimas dėl srautų postūminės deformacijos vienas kito atžvilgiu, po to sužadintus srautus sujungia bendroje akustinėje kameroje ir srautą išveda naudojimui.

2. Būdas pagal 1 punktą, besiskiriantis tuo, kad sukūriniuose vamzdžiuose sukuria papildomą akustinį sužadavimą, įrengiant papildomus sukūrinius kanalus, išdėstytus sukūriniuose vamzdžiuose.

3. Būdas pagal 1 punktą, besiskiriantis tuo, kad sukūriniuose vamzdžiuose sukuria papildomą akustinį sužadavimą, įrengiant papildomus produkto ar reagento tangentinius įvadus išilgai vamzdžio.

4. Šilumos, masės ir energijos apykaitos įrenginys, apimantis priemonės sukūriniams srautams sudaryti, besiskiriantis tuo, kad jį sudaro du ar daugiau sukūrinių vamzdžių, susisiekiančių tarpusavyje dėl dalinės jų sankirtos pagal sudaromąsias, o po to sujungtų bendra akustine kamera.

5. Įrenginys pagal 4 punktą, besiskiriantis tuo, kad sukūrinių vamzdžių išeinamasis galas pagamintas kaip erdviškai plokščias.

6. Įrenginys pagal 4 punktą, besiskiriantis tuo, kad akustinėje kameroje tarp sukūrinių vamzdžių išeinamojo galo ir išėjimo kanalo įrengta pertvara su viena ir daugiau skylių.

7. Įrenginys pagal 4 punktą, besiskiriantis tuo, kad išilgai sukūrinių vamzdžių ašių įrengti cilindriniai išstumtuvai.

8. Įrenginys pagal 4 punktą, besiskiriantis tuo, kad išilgai sukūrinių vamzdžių ašių įrengti ašiniai sukūriniai rezonatoriai cilindro pavidalo, su padarytais jame sukūriniais kanalais, nukreiptais savo atvirąja dalimi į vidinį energiška aktyvaus išorinio sluoksnio paviršių.

9. Įrenginys pagal 4 punktą, besiskiriantis tuo, kad srautų tiekimas į sukūrinius vamzdžius vykdomas per tangentinius įvadus, du iš kurių, išdėstyti sukūrinių vamzdžių sankirtos zonoje, nukreipti priešpriešiais ir pastumti į skirtingas puses sukūrinių vamzdžių sankirtos styginės plokštumos atžvilgiu.

10. Įrenginys pagal 4 punktą, besiskiriantis tuo, kad sukūriniai vamzdžiai su tangentiniais įvadais pagaminti kaip sekcijiniai, sujungti savo tęsinyje tarp savęs išilgai savo ašių per juos skiriančias pertvaras, o kiekvienoje sekcijoje yra atskiri tangentiniai įvadai produktui ar reagentui, ar energijos nešikliui.

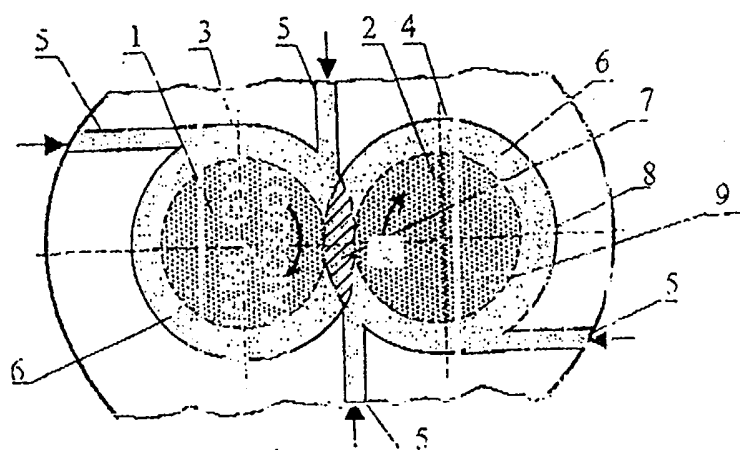


Fig. 1

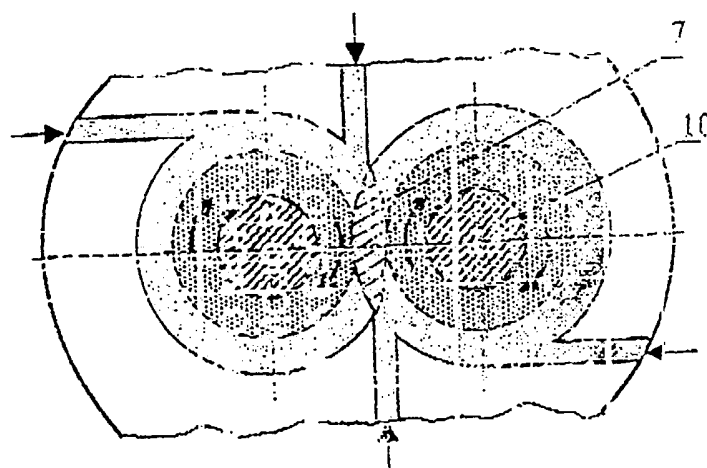


Fig. 2

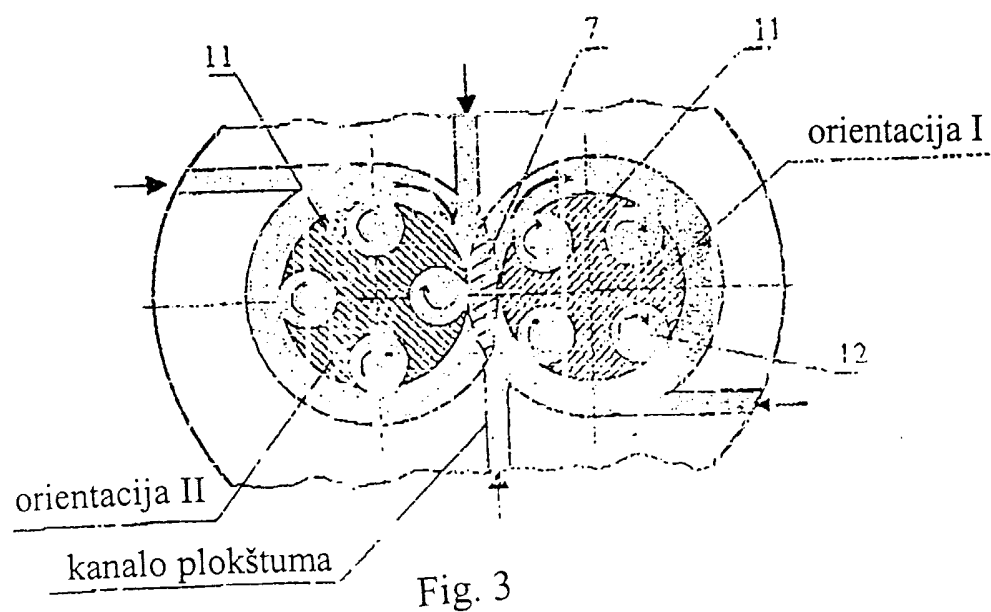
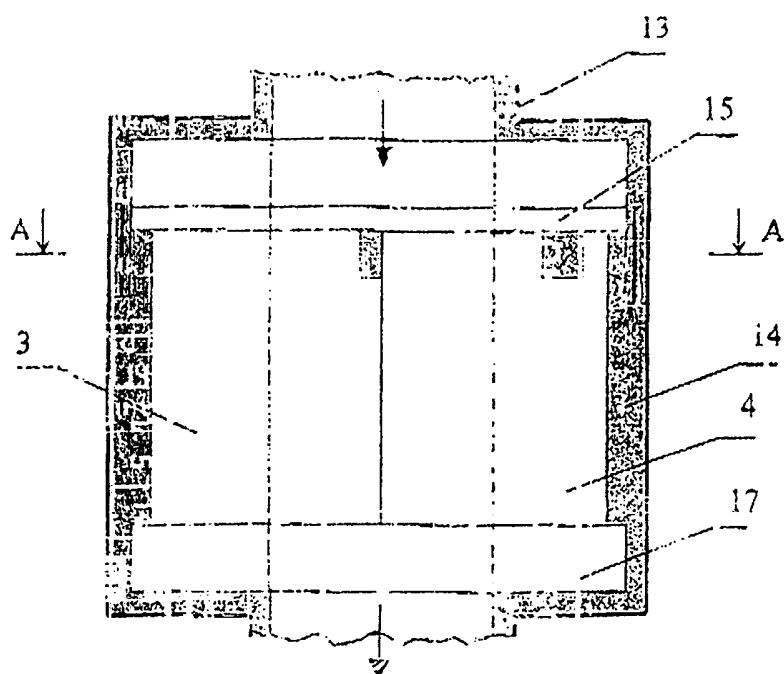


Fig. 3



A-A

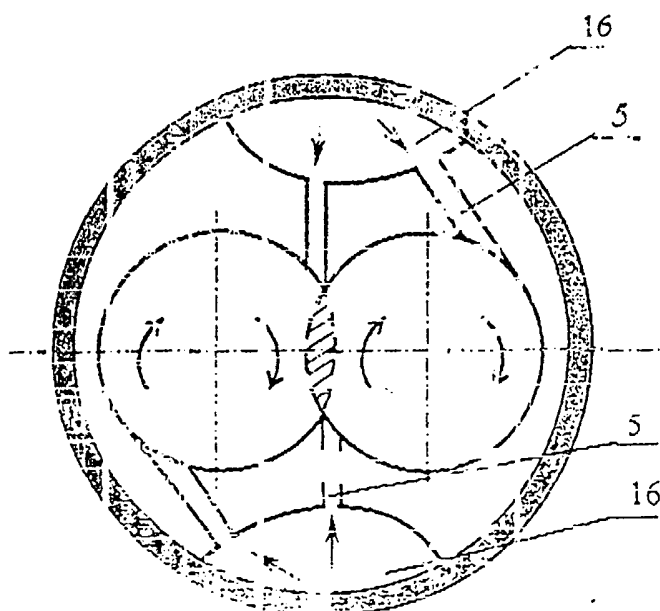


Fig. 4

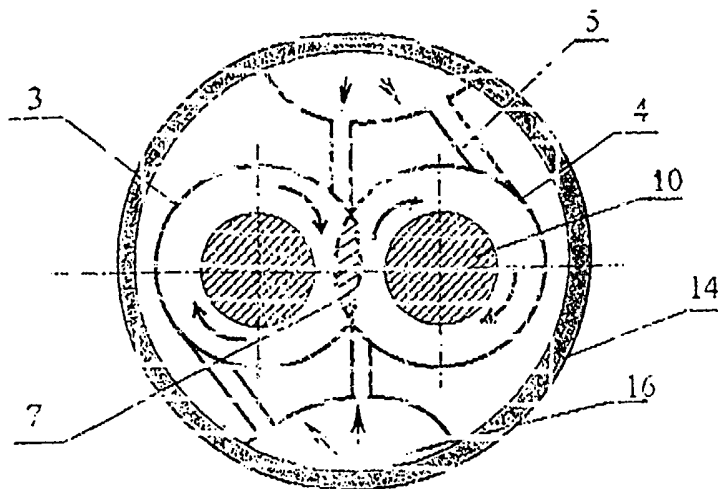


Fig. 5

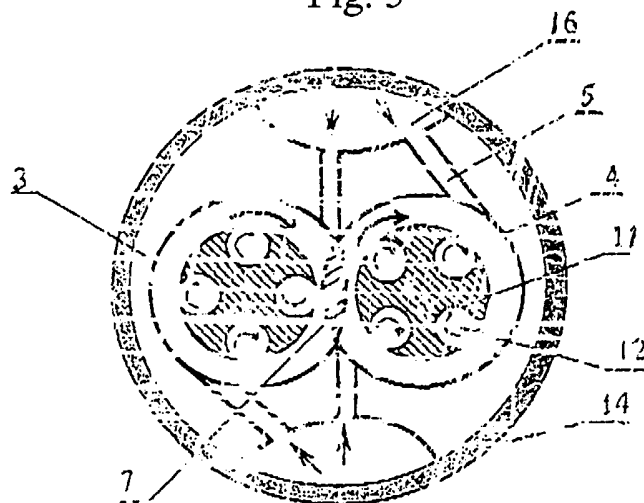


Fig. 6

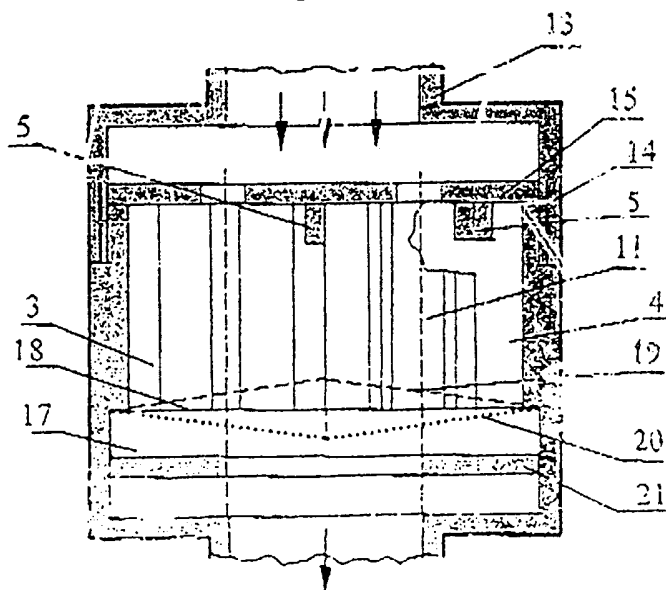


Fig. 7

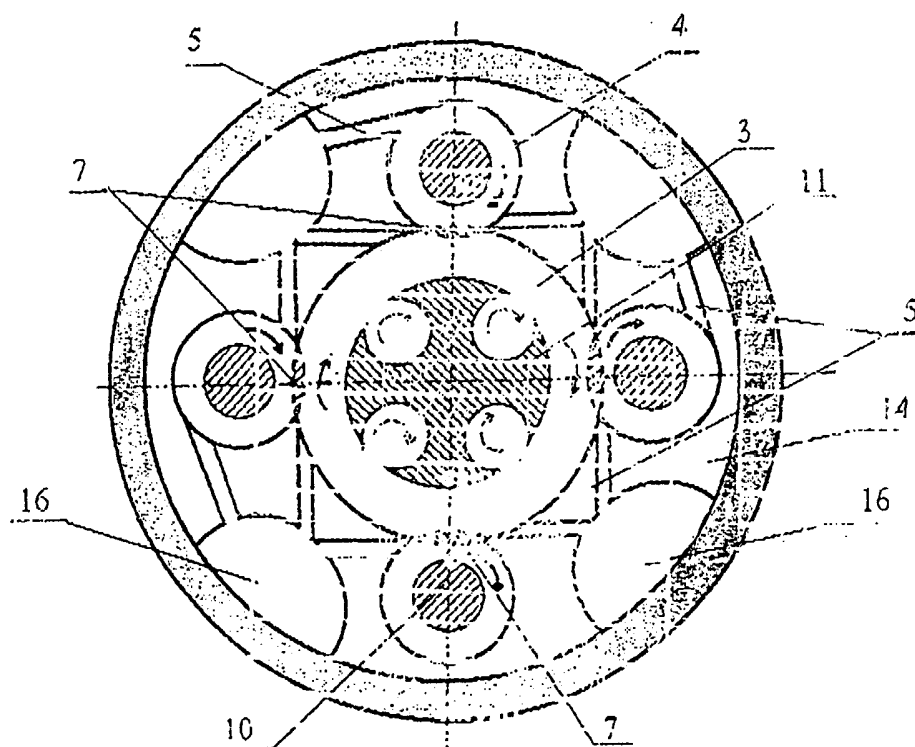


Fig. 8

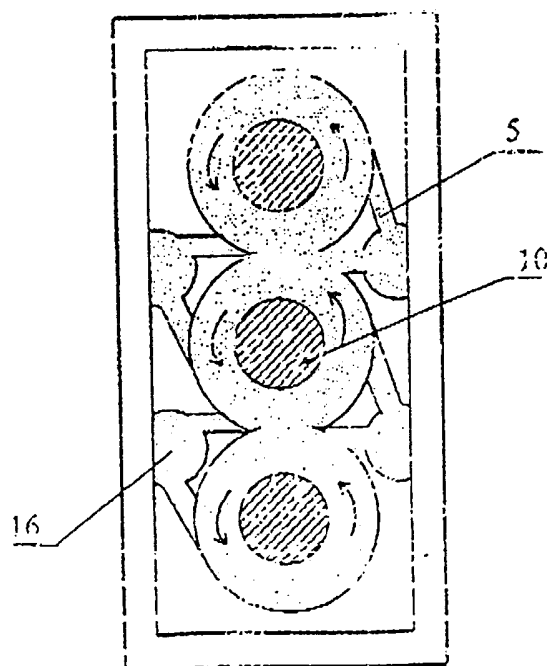


Fig. 9

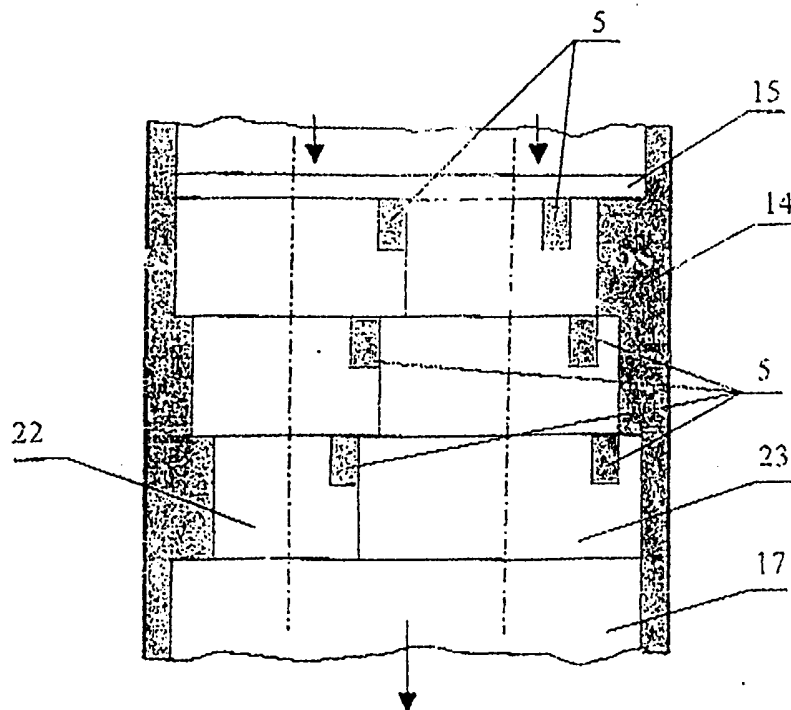


Fig. 10

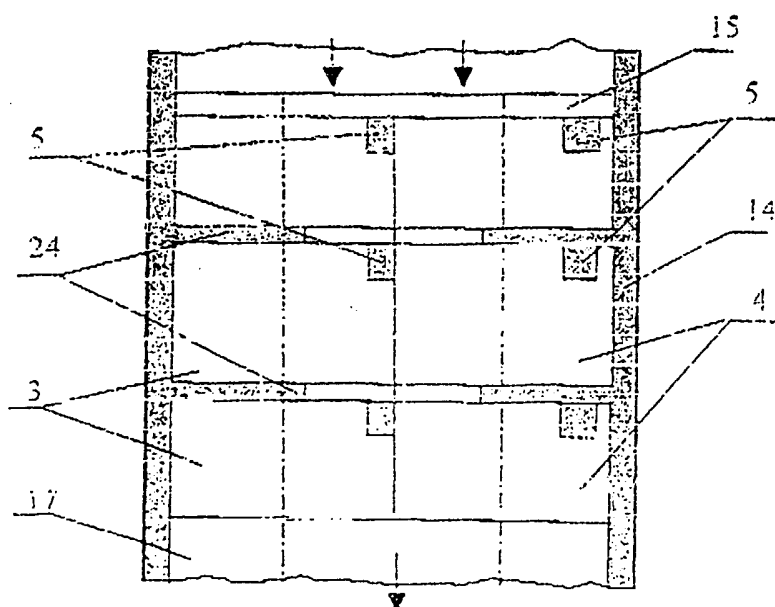


Fig. 11